

**PENGARUH MATOS TERHADAP NILAI KUAT GESER TANAH
LEMPUNG DENGAN BERBAGAI NILAI INDEKS PLASTISITAS (PI)**

Tugas Akhir

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

Hertya Rahayu

NIM : D 100 060 003

NIRM : 06 6 106 03010 50003

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2011**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH MATOS TERHADAP NILAI KUAT GESER TANAH LEMPUNG
DENGAN BERBAGAI NILAI INDEKS PLASTISITAS (PI)**

Tugas Akhir

diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir dihadapan Dewan Penguji
Pada tanggal :

diajukan oleh :

Hertya Rahayu

NIM : D 100 060 003

NIRM : 06 6 106 03010 50003

Susunan Dewan Penguji:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Renaningsih, M.T.

NIK : 733

Senja Rum Harnaeni, S.T., M.T.

NIK : 795

Anggota

Anto Budi Listyawan, S.T., M.Sc.

NIK : 100.913

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir. Agus Riyanto, M.T

NIK : 483

Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T

NIK : 732



MOTTO

“Jadilah sabar dan sholat sebagai penolongmu dan
sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat kecuali orang-orang
yang khusyu’..”

(Q.S. Al Baqarah :45)

“Saya datang, saya bimbingan, saya seminar, saya ujian, saya revisi
dan saya menang!”

(Annonim)

“Bersyukurlah apabila kamu tidak tahu sesuatu, karena itu
memberimu kesempatan untuk belajar.”

(H.R)

“Rencana adalah jembatan menuju mimpi.”

(H.R)

“Hidup akan memberikan apa yang telah kamu berikan padanya.”

(H.R)

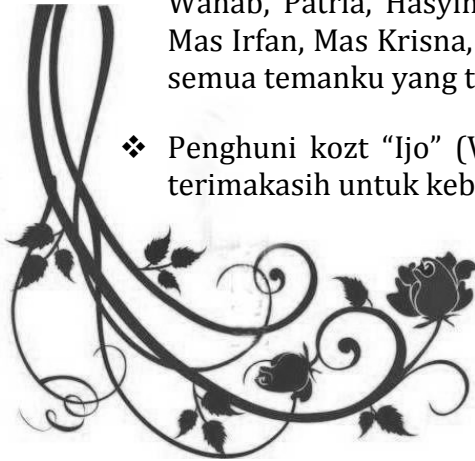
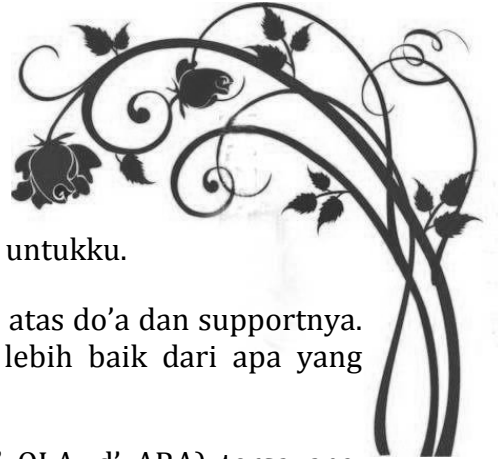
“Move on!”

(H.R)

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini ku persembahkan untuk :

- ❖ Allah SWT yang telah meridhokan karya ini untukku.
- ❖ Ayahanda dan ibunda tercinta, terimakasih atas do'a dan supportnya. Semoga Allah memberikan balasan yang lebih baik dari apa yang telah engkau berikan kepadaku.
- ❖ Mbak, Mas, Adek dan 2 Keponakanku (d' OLA, d' ARA) tersayang, terimakasih atas do'a dan dukungannya.
- ❖ Mas Prakosa dan keluarga, terimakasih atas perhatian, kasih sayang, nasehat, dan dorongan semangat yang telah diberikan selama ini.
- ❖ Kedua teman seperjuanganku, Annisa Fitri & Danang.
- ❖ Temen-temen civil engineering : Angkatan 2006 (Erni. Je, Ika, Beni, Basori, Puput, Slam, Bayu, , Opik, Dimas, Adhit, Teguh, Andre Nesta, Wahab, Patria, Hasyim, Wisnu, Winardi). Angkatan 2005 (Mas Aas, Mas Irfan, Mas Krisna, Mas Huda, Mas Reni, Mas Isna, Mas Cimli,) dan semua temanku yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih.
- ❖ Penghuni kozt "Ijo" (Vivi, Mb Ulin, Umi, Wida, Ayu, Fafa, Mb Deni) terimakasih untuk kebersamaannya selama ini..



PRAKATA

Assaalamu'alaikum Wr Wb.

Alhamdulillah, segala puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penyusunan Tugas Akhir dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi persyaratan untuk menyelesaikan program studi S-1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Bersama ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Kemudian dengan selesainya Tugas Akhir ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- 1). Bapak Ir. Agus Riyanto, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 2). Bapak Ir. H. Suhendro Trinugroho, S.T.,M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 4). Bapak Kuswartomo, S.T., M.T, selaku Pembimbing Akademik.
- 3). Ibu Ir. Renaningsih, M.T., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan.
- 4). Ibu Senja Rum Harnaeni, S.T., M.T, selaku Pembimbing Pendamping, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan dan nasehatnya.
- 5). Bapak Anto Budi Listyawan, S.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji, yang telah memberikan dorongan dan arahan.
- 6). Bapak-bapak dan ibu-ibu dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta terima kasih atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.
- 7). Ayahanda, Ibunda, dan keluarga besarku tercinta yang selalu memberikan dorongan baik material maupun spiritual. Terima kasih atas do'a dan kasih sayang yang telah diberikan selama ini, semoga Allah S.W.T. membalas kebaikan kalian dan selalu menjaga dalam setiap langkah dan desah nafas.

- 7). Teman-teman praktikum (Annisa, Danang) terima kasih atas kerjasamanya.
Rekan-rekan Sipil Angkatan 2006 terima kasih atas dukungannya.
- 8). Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan dan semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr Wb.

Surakarta, Juni 2011

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
ABSTRAKSI	xvii

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah	3
F. Keaslian Penelitian	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Yang Sejenis	5
B. Tanah	7
1. Tanah Berbutir Kasar (kerikil dan pasir).....	8
2. Tanah Berbutir Halus.....	8
a. Tanah Lanau (<i>Silt</i>)	8
b. Tanah Lempung (<i>Clay</i>)	9
C. Matos	10

1. Fungsi Matos	10
2. Keunggulan Matos.....	12
D. Stabilisasi Tanah.....	13

BAB III LANDASAN TEORI

A. Subgrade	15
B. Sifat-sifat Fisis Tanah.....	16
1. Kadar Air.....	16
2. Berat jenis tanah (<i>specific gravity</i>)	16
3. <i>Atterberg Limits</i>	17
4. Sistem Klasifikasi Tanah.....	19
a) USCS (<i>Unified Soil Classification System</i>)	20
b) AASHTO (<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>)	20
C. Sifat-sifat Mekanis Tanah.....	22
1. Pengujian Pemadatan Standar (<i>Standard Proctor</i>)	22
2. Pengujian Kuat geser tanah (Uji Geser Langsung/ <i>direct shear test</i>).....	25

BAB IV METODE PENELITIAN

A. Uraian Umum	27
B. Bahan dan Alat	27
1. Bahan yang digunakan.....	27
2. Alat yang digunakan	27
a. Peralatan uji sifat fisis tanah	27
(1). 1 set alat uji kadar air tanah (<i>water content</i>)	27
(2). 1 set alat uji berat jenis tanah (<i>specific gravity</i>)	28
(3). 1 set alat uji gradasi tanah (<i>grain size analysis</i>)	29
(4). 1 set alat uji batas-batas <i>Atterberg</i> (<i>Atterberg Limits</i>).....	32
b. Peralatan uji sifat mekanis tanah.....	36

(1). 1 set alat uji pemadatan <i>standard Proctor</i>	36
(2). 1 set alat uji geser langsung (<i>DST</i>).....	38
C. Tahapan Penelitian	38
D. Pelaksanaan Penelitian	41
1. Uji sifat fisis tanah	41
2. Uji sifat mekanis tanah	46

BAB V ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sifat Fisis Tanah	49
1. Uji tanah asli.....	49
a. Uji Kadar Air (<i>Water Content Analysis</i>).....	49
b. Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>).....	49
c. Uji batas-batas <i>Atterberg</i>	50
d. Uji Hydrometer dan analisa saringan (<i>Grain Size Analysis</i>).....	50
e. Klasifikasi tanah.....	53
2. Uji tanah campuran.....	55
a. Uji Kadar Air (<i>Water Content Analysis</i>).....	55
b. Uji Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>).....	56
c. Uji batas-batas <i>Atterberg</i>	57
d. Uji Hydrometer dan analisa saringan (<i>Grain Size Analysis</i>).....	61
B. Sifat Mekanis Tanah Campuran	69
1. Pengujian Pemadatan Tanah (<i>Standard Proctor</i>)	69
2. Uji kuat geser tanah (<i>Direct Shear Test</i>)	71
a. Analisa variasi <i>Matos</i> terhadap tegangan geser, kohesi (c), dan sudut gesek dalam (ϕ).....	71
b. Analisa berbagai nilai <i>PI</i> terhadap tegangan geser, kohesi (c), dan sudut gesek dalam (ϕ).....	74

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	77
B. Saran	78

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	II.1.	Proses pengikatan Matos	12
Gambar	III.1.	Lapisan-lapisan perkerasan lentur	15
Gambar	III.2.	Batas-batas konsistensi Atterberg	17
Gambar	III.3.	Hubungan antara kadar air dan berat volume tanah (kering) ...	24
Gambar	III.4.	Sket uji geser langsung	26
Gambar	IV.1.	1 set alat uji kadar air	28
Gambar	IV.2.	1 set alat uji berat jenis	29
Gambar	IV.3.	1 set alat uji <i>Hydrometer</i>	30
Gambar	IV.4.	Saringan dan penggetar saringan	31
Gambar	IV.5.	1 set alat uji batas cair tanah	32
Gambar	IV.6.	1 set alat uji batas plastis tanah	34
Gambar	IV.7.	1 set alat uji batas susut tanah	35
Gambar	IV.8.	1 set alat uji <i>standard Proctor</i>	37
Gambar	IV.9.	1 set alat uji DST	38
Gambar	IV.10.	Bagan alir tahapan penelitian	40
Gambar	V.1.	Grafik Batas-batas <i>Atterberg</i> Tanah Asli	50
Gambar	V.2.	Grafik <i>Grain Size Analysis</i> Tanah Asli Bayat Klaten (Kristianti,2010)	51
Gambar	V.3.	Grafik <i>Grain Size Analysis</i> Tanah Asli Tanon Sragen (Setyadi,2010)	52
Gambar	V.4.	Grafik <i>Grain Size Analysis</i> Tanah Asli Wonokarto Wonogiri (Ambarsari,2007)	52
Gambar	V.5.	Grafik <i>Grain Size Analysis</i> Tanah Asli Sambu Boyolali (Listyani,2009)	53
Gambar	V.6.	Grafik Hubungan Nilai Kadar Air Tanah Asli dengan Variasi Matos	55
Gambar	V.7.	Grafik Hubungan Nilai <i>Specific Gravity</i> dengan Variasi Matos	57

Gambar	V.8.	Grafik Hubungan Nilai <i>Liquid Limits</i> dengan Variasi Matos	. 58
Gambar	V.9.	Grafik Hubungan Nilai <i>Plastic Limits</i> dengan Variasi Matos	. 59
Gambar	V.10.	Grafik Hubungan Nilai <i>Shrinkage Limits</i> dengan Variasi Matos	60
Gambar	V.11.	Grafik Hubungan Nilai <i>Plastic Index</i> dengan Variasi Matos	... 61
Gambar	V.12.	Grafik Klasifikasi Tanah sistem USCS pada Tanah Bayat, Klaten	62
Gambar	V.13.	Grafik Klasifikasi Tanah sistem USCS pada Tanah Tanon, Sragen	63
Gambar	V.14.	Grafik Klasifikasi Tanah sistem USCS pada Tanah Wonokarto Wonogiri	63
Gambar	V.15.	Grafik Klasifikasi Tanah sistem USCS pada Tanah Sambu Boyolali	64
Gambar	V.16.	Grafik Klasifikasi Tanah sistem AASTHO pada Tanah Bayat, Klaten	65
Gambar	V.17.	Grafik Klasifikasi Tanah sistem AASHTO pada Tanah Tanon, Sragen	65
Gambar	V.18.	Grafik Klasifikasi Tanah sistem AASHTO pada Tanah Wonogiri	66
Gambar	V.19.	Grafik Klasifikasi Tanah sistem AASHTO pada Tanah Sambu, Boyolali	66
Gambar	V.20.	Grafik Hubungan Nilai <i>Finer # 200</i> dengan Variasi Matos 68
Gambar	V.21.	Klasifikasi tanah sistem USCS Tanah Bayat, Klaten 69
Gambar	V.22.	Grafik Hubungan Variasi Matos dengan Berat Isi Kering (gr/cm^3) 71
Gambar	V.23.	Hubungan Tegangan Geser dengan Berbagai Nilai PI 75

DAFTAR TABEL

Tabel	II.1.	Perkiraan nilai kohesi lempung murni kenyang air	9
Tabel	III.1.	Nilai-nilai Berat Jenis (<i>specific gravity</i>)	17
Tabel	III.2.	Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah	19
Tabel	III.3.	Sistem klasifikasi Tanah USCS	21
Tabel	III.4.	Sistem klasifikasi Tanah AASHTO	22
Tabel	III.5.	Elemen-elemen Uji Pemadatan Standard	23
Tabel	V.1.	Hasil Uji Kadar Air Tanah Asli	49
Tabel	V.2.	Hasil Uji Kadar Air Kering Udara	49
Tabel	V.3.	Hasil Uji Berat Jenis pada Tanah Asli	49
Tabel	V.4.	Batas-batas Atterberg pada Tanah Asli	50
Tabel	V.5.	Analisa hydrometer dan Analisa saringan pada Tanah Asli	51
Tabel	V.6.	Klasifikasi tanah asli menurut USCS dan AASHTO	54
Tabel	V.7.	Hasil Uji Kadar Air pada Tanah Campuran	55
Tabel	V.8.	Hasil Uji Berat Jenis pada Tanah Campuran	56
Tabel	V.9.	Hasil Uji Batas Cair Tanah Asli dan Tanah Campuran	58
Tabel	V.10.	Hasil Uji Batas Plastis Tanah Asli dan Tanah Campuran	59
Tabel	V.11.	Hasil Uji Batas Susut Tanah Asli dan Tanah Campuran	60
Tabel	V.12.	Hasil Indeks Plastisitas Tanah Asli dan Tanah Campuran ...	60
Tabel	V.12.	(Lanjutan) Hasil Indeks Plastisitas Tanah Asli dan Tanah Campuran	61
Tabel	V.13.	Hasil Lolos Saringan pada Analisa Saringan Tanah Campuran	67
Tabel	V.14.	Hasil Klasifikasi Tanah pada Tanah Campuran	68
Tabel	V.15.	Keterangan Grafik Pemadatan <i>standard Proctor</i>	71
Tabel	V.16.	Nilai Teg. Normal (σ) dan Teg. Geser Tanah (τ), Sudut Gesek Dalam (ϕ) dan Kohesi (c).	72
Tabel	V.17.	Nilai Kohesi (c) dan Sudut Gesek Dalam (ϕ)	75

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli
(Data Sekunder)
- Lampiran 2 Pengujian Kadar Air Tanah Asli
- Lampiran 3 Pengujian Kadar Air Kering Udara
- Lampiran 4 Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*)
- Lampiran 5 Pengujian Batas-batas *Atterberg* (*Atterberg limits*)
- Lampiran 6 Pengujian Analisis Butiran Tanah (*Grain Size Analysis*)
- Lampiran 7 Pengujian Pemadatan Standar (*Standard Proctor*)
- Lampiran 8 Pengujian Kuat Geser Tanah (Uji Geser Langsung/
Direct Shear Test)

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

AASHTO	= <i>American Association of State Highway and Transportation Official</i>
ASTM	= <i>American Society for Testing and Materials</i>
c	= kohesi (kg/cm^2)
Ca^{++}	= Kation Kalsium
CBR	= <i>California Bearing Ratio</i>
CO_2	= Karbondioksida
DST	= <i>Direct Shear Test</i>
D10	= Diameter ukuran butiran tanah pada persen lolos 10 (mm)
D30	= Diameter ukuran butiran tanah pada persen lolos 30 (mm)
D60	= Diameter ukuran butiran tanah pada persen lolos 40 (mm)
F	= Persentase butiran lolos No.200
GI	= <i>Group Index</i> (indeks kelompok)
Gs	= <i>Spesific Grafity</i> (Berat jenis)
H_2S	= <i>Hydrogen Sulfida</i>
LL	= <i>Liquid Limit</i> (batas cair) (%)
LPA	= Lapis Perkerasan Atas
LPB	= Lapis Perkerasan Bawah
m_1	= Berat tanah basah dalam cawan (gram)
m_2	= Berat tanah kering oven (gram)
max	= Maximum
opt	= Optimum
PI	= Indeks Plastisitas (%)
PL	= <i>Plastic Limit</i> (batas plastis) (%)
SL	= <i>Shrinkage Limit</i> batas susut (%)
SO_3	= Sulfur
USCS	= <i>Unified Soil Clasification System</i>
v_1	= Volume tanag basah dalam cawan (cm^3)

v_2	= Volume tanah kering oven (cm^3)
V	= Volume cetakan (cm^3)
w	= Kadar air (%)
W	= Berat tanah basah di dalam cetakan (gram)
W_k	= Berat tanah kering (gram)
W_p	= Berat tanah basah kondisi plastis (gram)
W_s	= Berat kering tanah (gram)
W_w	= Berat air dalam tanah (gram)
τ	= Tegangan geser (kg/cm^2)
σ	= Tegangan normal (kg/cm^2)
ϕ	= Sudut gesek dalam ($^\circ$)
γ_b	= Berat isi basah (gr/cm^3)
$\gamma_{d_{\max}}$	= Berat isi kering maksimum (gr/cm^3)
γ_k	= Berat isi kering (gr/cm^3)
γ_s	= Berat volume butiran tanah (gram)
γ_w	= Berat volume air (gram)

PENGARUH MATOS TERHADAP NILAI KUAT GESER TANAH LEMPUNG DENGAN BERBAGAI NILAI INDEKS PLASTISITAS (PI)

ABSTRAKSI

Dalam pandangan teknik sipil, tanah merupakan dasar dari suatu struktur atau konstruksi, baik itu konstruksi bangunan maupun konstruksi jalan. Dalam pembangunan infrastruktur baik gedung maupun jalan raya sering menghadapi kendala berkaitan dengan tanah yang bermasalah. Terjadi beberapa kasus kerusakan tanah yang ada, misalnya tanah di daerah Sambi Boyolali, daerah Tanon Sragen, daerah Wonogiri, dan tanah di daerah Bayat, Klaten. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan, misalnya dengan penambahan bahan stabilisasi Matos.

Pada penelitian ini digunakan variasi campuran Matos 0,1 gram untuk berat tanah 1 kg. Pengujian yang dilakukan adalah uji kadar air, uji *specific gravity*, uji *Atterberg limits*, uji *hydrometer*, uji analisa saringan, uji *standard Proctor*, dan uji kuat geser langsung (*direct shear test*).

Penambahan Matos mengubah klasifikasi tanah daerah Bayat (Klaten) dari A-7-5 menjadi A-5 (AASHTO), MH menjadi ML/OL (USCS). Tanah Tanon (Sragen) dari A-7-6 menjadi A-6 (AASHTO), CH/OH menjadi CL/OL (USCS). Daerah Wonogiri klasifikasi AASHTO tetap A-7-5, tapi untuk klasifikasi USCS dari CH/OH menjadi MH/OH. Tanah Sambi (Boyolali) dari A-7-6 menjadi A-7-5 (AASHTO), CH menjadi MH/OH (USCS). Uji *specific gravity* tanah Bayat (Klaten) 2,630 menjadi 2,465. Tanah Tanon (Sragen) 2,600 menjadi 2,439. Tanah Wonogiri 2,640 menjadi 2,555. Tanah Sambi (Boyolali) 2,655 menjadi 2,542. Uji *Atterberg limits*, untuk batas cair (*LL*) mengalami penurunan, lokasi Bayat (Klaten) tanah asli 77,00% tanah campuran Matos 43,10%. Tanah Tanon (Sragen) tanah asli 75,90% tanah campuran 34,40%. Tanah Wonogiri tanah asli 67,50% tanah campuran 57,00%. Tanah Sambi (Boyolali) tanah asli 65,00% menjadi 46,30%. Uji batas plastis (*PL*), daerah Bayat (Klaten) 50,00% untuk tanah asli, tanah campuran 38,75%. Lokasi Tanon (Sragen) tanah asli 22,50% menjadi 27,00%. Tanah Wonogiri tanah asli 32,18% tanah campuran 30,85%. Tanah Sambi (Boyolali) tanah asli 25,49% tanah campuran 31,45%. Nilai indeks plastisitas (*PI*) semakin menurun, lokasi Bayat (Klaten) tanah asli 27,00% tanah campuran 3,69%. Tanah Tanon (Sragen) 53,40% menjadi 13,75%. Tanah Wonogiri 35,32% menjadi 26,35%. Sambi (Boyolali) tanah asli 39,51% tanah campuran 14,85%. Uji *direct shear test* (*DST*) nilai kohesi dan sudut gesek dalam mengalami peningkatan pada tanah campuran. Lokasi Bayat (Klaten) nilai kohesi tanah asli 20,35 kN/m² menjadi 41,94 kN/m². Tanah Tanon (Sragen) tanah asli 8,87 kN/m² menjadi 20,51 kN/m². Tanah Wonogiri 13,77 kN/m² menjadi 72,59 kN/m². Tanah Sambi (Boyolali) 25,67 kN/m² menjadi 34,11 kN/m². Nilai sudut gesek dalam lokasi Bayat (Klaten) 13,21° menjadi 59,95°. Tanon (Sragen) tanah asli 14,50° menjadi 48,53°. Tanah Wonogiri 27,42° menjadi 39,39°. Tanah Sambi (Boyolali) 16,26° menjadi 40,60°. Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan stabilisasi matos mampu memperbaiki sifat fisis dan mekanis (kuat geser tanah) tanah.

Kata kunci : tanah lempung, stabilisasi, matos, *DST*